PART7　理想気体と実在気体

目標　・理想気体と実在気体の違いをしっかりと押さえよう！

Chapter1　理想気体と実在気体

要点

理想気体と実在気体

理想気体：気体の状態方程式 $PV = nRT$ が厳密に成立する気体

実在気体：「分子間力」と「分子の体積（大きさ）」があり，気体の状態方程式が成立しない気体

◆ 理想気体　重要

計算問題で扱う気体。「分子間力」と「分子の体積（大きさ）」が無い。そのため，気体の状態方程式 $PV = nRT$ が厳密に成立する。また，状態変化が起こらない（温度を下げても液体に変化することはない）。

◆ 実在気体　重要

空気のような実在している気体。（わずかではあるが）「分子間力」と「分子の体積（大きさ）」がある。そのため，気体の状態方程式 $PV = nRT$ が成立しない。また，温度を下げると液体，固体へと変化する。

まとめ

	理想気体	実在気体
分子間力	(　　　　)	(　　　　)
分子の体積（大きさ）	(　　　　)	(　　　　)
気体の状態方程式	(　　　　　　　　)	(　　　　　　　　)
状態変化	(　　　　)	(　　　　)

Chapter2　分子間力の影響

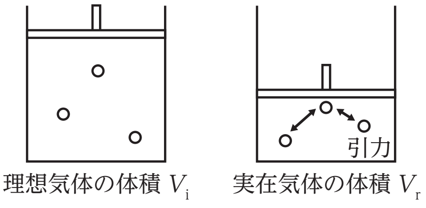
要点

分子間力の影響

実在気体には分子間力が働くため，理想気体に比べて体積 V が小さくなる。（P・T 一定下）

◆ 分子間力の影響 重要

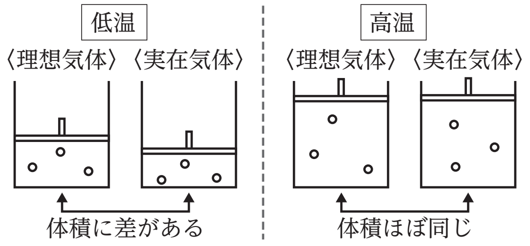
実在気体には分子間力が働くため，圧力 P と温度 T が一定のもとでは，理想気体に比べて体積 V が小さくなる。すなわち，理想気体の体積 V_i > 実在気体の体積 V_r となる。



◆ 分子間力の影響を小さくする方法 重要

分子間力の影響を小さくする，すなわち $V_i \fallingdotseq V_r$ にするためには **「高温」** にすればよい。

高温下では分子の熱運動が激しくなるため，分子間力の影響が小さくなり，実在気体の体積は理想気体の体積に近付く。



まとめ

・実在気体には分子間力が働くため，理想気体に比べて体積が（　　　　　）なる。
　その影響を小さくするには（　　　　）にすればよい。

Chapter3　分子の体積（大きさ）の影響

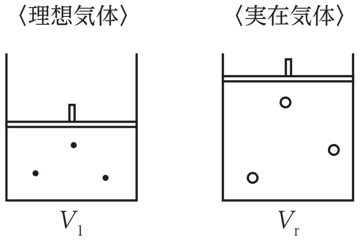
要点

<u>分子の体積（大きさ）の影響</u>

実在気体には分子の体積（大きさ）があるため，理想気体に比べて気体の体積 V が大きくなる。（P･T 一定下）

◆ 分子の体積（大きさ）の影響　重要

実在気体には分子に体積（大きさ）があるため，圧力 P と温度 T が一定のもとでは，理想気体に比べて気体の体積 V が大きくなる。すなわち，<u>理想気体の体積 V_i < 実在気体の体積 V_r</u> となる。

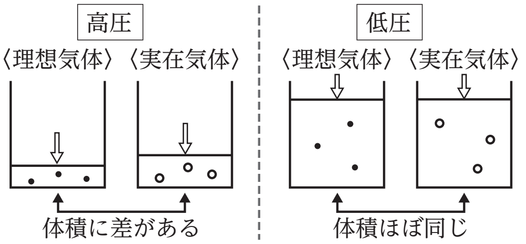


◆ 分子の体積（大きさ）の影響を小さくする方法　重要

分子の体積（大きさ）の影響を小さくする，すなわち $V_i \fallingdotseq V_r$ にするためには<u>**「低圧」**</u>にすればよい。

低圧下では単位体積当たりの分子数が減少するため，分子の体積（大きさ）を無視できる状態に近付く。すなわち実在気体の体積は理想気体の体積に近付く。

ちなみに，低圧下では分子間の距離も大きくなるため，分子間力の影響も小さくなる。



まとめ

・実在気体には分子に体積（大きさ）があるため，理想気体に比べて気体の体積が（　　　　）なる。
その影響を小さくするには（　　　　）にすればよい。

Chapter4　理想気体と実在気体のズレを表すグラフ

要点

理想気体と実在気体のズレを表すグラフ

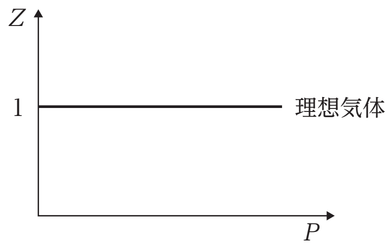
理想気体と実在気体のズレは，横軸が圧力 P，縦軸が $Z\left(=\dfrac{PV}{nRT}\right)$ のグラフで表す。

◆ 理想気体と実在気体のズレ　重要

「分子間力」と「分子の体積（大きさ)」の影響により生じる理想気体と実在気体のズレは，気体の状態方程式を変形して得られる Z のグラフで確認することができる。

$$PV = nRT \rightarrow Z = \frac{PV}{nRT}$$

理想気体は，気体の状態方程式が厳密に成立するため，常に $Z = 1$ となる。



◆ 実在気体のZのグラフ　重要

まず，「分子間力」と「分子の体積（大きさ)」の影響を再確認する。

・分子間力の影響　：　理想気体の体積 V_i ＞ 実在気体の体積 V_r

$$\rightarrow \frac{PV_i}{nRT} > \frac{PV_r}{nRT}$$

・分子の体積（大きさ）の影響　：　理想気体の体積 V_i ＜ 実在気体の体積 V_r

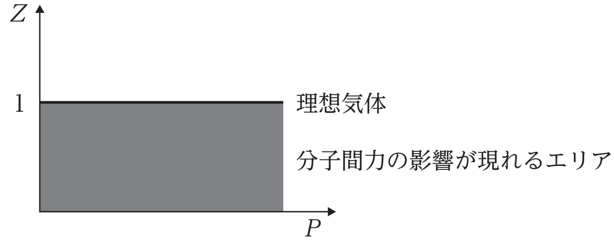
$$\rightarrow \frac{PV_i}{nRT} < \frac{PV_r}{nRT}$$

この２つの影響は相反するものであることがわかる。

よって，Z のグラフのズレは次のようになる。

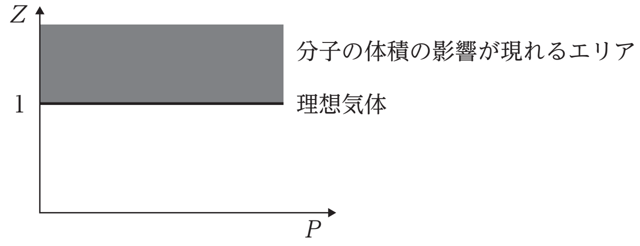
(1)「分子間力の影響 ＞ 分子の体積（大きさ）の影響」のとき

→ 実在気体のグラフは理想気体のグラフ（Z ＝ 1）より下にズレる。また，この状態になるのは，分子の体積（大きさ）の影響が小さい「低圧下」である。

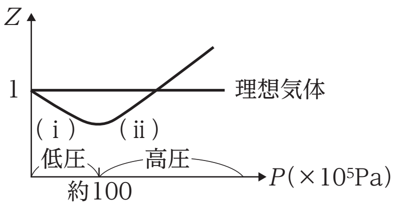


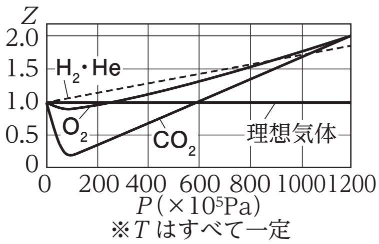
(2)「分子間力の影響 ＜ 分子の体積（大きさ）の影響」のとき

→ 実在気体のグラフは理想気体のグラフ（Z ＝ 1）より上にズレる。また，この状態になるのは，分子の体積（大きさ）の影響が大きい「高圧下」である。



以上より，実在気体の Z のグラフは次のようになる。





※T はすべて一定

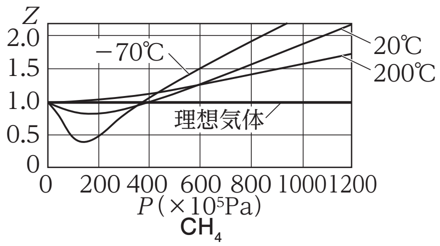
・水素 H_2 やヘリウム He

→ 分子間力が極めて小さい実在気体であるため，ほとんど下へのズレがない。

・酸素 O_2 と二酸化炭素 CO_2

→ CO_2 の方が分子量が大きく，分子間力も大きい。よって下へのズレが O_2 より大きい。

また，高温下では実在気体が理想気体に近付くため，実在気体のグラフは理想気体の Z ＝ 1 に近い形となる。



まとめ

・実在気体の Z のグラフは，低圧下では（　　　）に，高圧下では（　　　）にズレる。

Chapter5　演習問題

問　次の文章のア～エに当てはまる語句を①～⑦からそれぞれ選べ。

実在気体には（　ア　）があるため，理想気体に比べて気体の体積が小さくなる。また，実在気体には（　イ　）があるため，理想気体に比べて気体の体積が大きくなる。これらの影響を小さくするには（　ウ　）・（　エ　）にする。

①　分子間力　　②　分子の質量　　③　分子の体積　　④　高温　　⑤　低温
⑥　高圧　　⑦　低圧

第 3 講　PART7　確認問題

問 1　気体の状態方程式が厳密に成立する気体を理想気体という。これに対して，「分子間力」と「分子の体積」があり，状態方程式が成立しない気体を実在気体という。

実在気体には分子間力が働くため，圧力と温度が一定のもとでは，理想気体に比べて体積が（　ア　）なる。また，実在気体には分子に体積があるため，圧力と温度が一定のもとでは，理想気体に比べて体積が（　イ　）なる。実在気体の分子間力の影響を小さくするには（　ウ　）に，分子の体積の影響を小さくするには（　エ　）にすればよい。

(1)　文中の（　ア　），（　イ　）に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　ア：大きく　　イ：大きく
②　ア：大きく　　イ：小さく
③　ア：小さく　　イ：大きく
④　ア：小さく　　イ：小さく

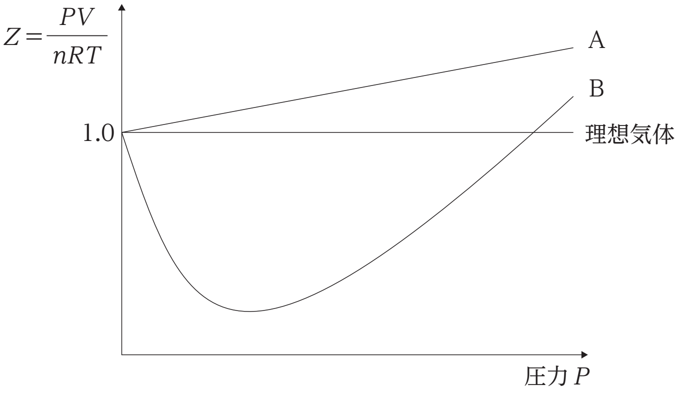
(2)　文中の（　ウ　）に当てはまる語句として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　低温　　②　高温
③　低圧　　④　高圧

(3)　文中の（　エ　）に当てはまる語句として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　低温　　②　高温
③　低圧　　④　高圧

問２　理想気体と実在気体のズレは，横軸が圧力 P，縦軸が Z $\left(=\dfrac{PV}{nRT}\right)$ の下のようなグラフで表すことができる。



理想気体は状態方程式が厳密に成り立つので，このグラフにおいて常に $Z = 1.0$ となるが，実在気体は「分子間力」と「分子の体積」の影響があるので Z のグラフはズレる。例えば，「分子間力の影響＞分子の体積の影響」のとき，すなわち，分子の体積の影響が小さい（　ア　）では $Z = 1.0$ より（　イ　）にズレる。

(1)　文中の（　ア　），（　イ　）に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　ア：高圧下　　イ：上　　②　ア：高圧下　　イ：下
③　ア：低圧下　　イ：上　　④　ア：低圧下　　イ：下

(2)　上のグラフの A，B は，それぞれ水素と二酸化炭素のどちらかである。このうち，B はどちらになるか。適当なものを，次の①，②のうちから一つ選べ。

①　水素　　　　②　二酸化炭素

第３講　気体

PART1　気体①

問　⑴　2.5(mol)

⑵　31(L)

PART2　気体②

問　73

PART3　気体③

Chapter3

⑴　0.40(mol)

⑵　7.5×10^4(Pa)

⑶　1.9(L)

⑷　177(℃)

問　1.7(L)

PART4　混合気体

問　全圧：3.0×10^5(Pa)

窒素の分圧：1.2×10^5(Pa)

水素の分圧：1.8×10^5(Pa)

PART5　気体の計算練習

Chapter1

問　窒素の分圧：8.0×10^4(Pa)

酸素の分圧：2.5×10^5(Pa)

Chapter2

問　1 ： 4

Chapter3

問　1.6×10^5(Pa)

PART6　飽和蒸気圧と気体の計算練習

問　0.52(L)

PART7　理想気体と実在気体

問　ア①

イ③

ウ④

エ⑦

※ウとエは順不同

第3講　PART7　確認問題　解答

問 1

(1)　③

解説：
実在気体には分子間力が働くため，圧力と温度が一定のもとでは，理想気体に比べて気体の体積が小さくなる。一方，実在気体には分子に体積があるため，圧力と温度が一定のもとでは，理想気体に比べて気体の体積が大きくなる。

(2)　②

解説：
高温下では分子の熱運動が激しくなるため，分子間力の影響が小さくなり，実在気体の体積は理想気体の体積に近づく。

(3)　③

解説：
低圧下では単位体積当たりの分子数が減少するため，分子の体積を無視できる状態に近づき，実在気体の体積は理想気体の体積に近づく。

問2

(1)　④

解説：

分子間力の影響＞分子の体積の影響のとき分子間力の影響によって，理想気体の体積 V_{i} ＞実在気体の体積 V_{r} より，$\dfrac{PV_{\mathrm{i}}}{nRT}(=1) > \dfrac{PV_{\mathrm{r}}}{nRT}$ となるので，グラフは $Z=1$ より下にズレる。またこれは，分子の体積の影響が小さい低圧下のときである。

(2)　②

解説：

水素よりも二酸化炭素の方が分子量が大きく，分子間力も大きいので下へのズレが大きい。一方，水素は分子間力が極めて小さいので，下へのズレがほとんどない。